Б. П. Хватов · Р. М. Федоров




# Зародыш развивается в колбе

19

VIII СЕРИЯ · БИОЛОГИЯ и МЕДИЦИНА · 1964



Доктор медицинских наук, профессор
Б. П. ХВАТОВ,
Р. М. ФЕДОРОВ

# ЗАРОДЫШ РАЗВИВАЕТСЯ В КОЛБЕ

(Биологическая «колыбель»)

ИЗДАТЕЛЬСТВО
«ЗНАНИЕ»
Москва 1964

## СОДЕРЖАНИЕ



*БОРИС ПАВЛОВИЧ ХВАТОВ*
*РОАЛЬД МИХАЙЛОВИЧ ФЕДОРОВ*

Редактор *Я. И. Сороко*
Художеств. редактор *Е. Е. Соколов*
Техн. редактор *М. Т. Перегудова*
Корректор *В. Н. Никитина*
Обложка худ. *А. П. Кузнецова*

Сдано в набор 27/VII 1964 г. Подписано к печати 27/VIII 1964 г. Изд. № 235.
Формат бум. 60×90¹/₁₆. Бум. л. 1,0. Печ. л. 2,0. Уч.-изд. л. 1,92.
А 03250. Цена 6 коп. Тираж 54 000 экз. Заказ 2641.
Опубликовано: темплан 1964 г. № 239.
Издательство «Знание». Москва, Центр, Новая пл., д. 3/4.

Типография изд-ва «Знание». Москва, Центр, Новая пл., д. 3/4.

## *ДАНИЭЛЕ ПЕТРУЧЧИ И ЕГО «ГОМУНКУЛЮС»*

Развитие науки непрерывно. Каждый день в сотнях и тысячах лабораторий мира огромная армия ученых ведет исследования, добывает новые факты, из которых, как из кирпичей, складываются новые теории или подтверждаются старые воззрения. Величественное здание науки приобретает все более и более законченную форму.

Для непосвященных эта будничная жизнь науки остается невидимой. Более того, поверхностное знакомство с работами какой-либо одной лаборатории может оставить постороннего посетителя неудовлетворенным, работы ее могут показаться ему незначительными, маловажными. Ведь глазами неспециалиста трудно увидеть, что стоит за тем или иным лабораторным опытом, какие перспективы открывает успешное завершение его.

Лишь иногда какая-то особенно интересная и общая по своему звучанию теория или большой, имеющий практическое значение, опыт вдруг становятся сенсацией, приковывают к себе всеобщее внимание. Так случилось, например, в середине 1961 года, когда мир облетела весть об удивительных опытах итальянского хирурга профессора Даниэле Петруччи. Кажется, на всем земном шаре не было ни одного журнала, ни одной газеты, которые хотя бы вкратце не рассказали своему читателю об этих эффективных по замыслу и смелых по исполнению работах.

Алхимики средневековья искали не только философский камень, одно прикосновение которого может обратить в золото любой металл. У них была, среди многих прочих, и мечта понять тайну жизни. Смешивая в колбе самые различные вещества в самых разных пропорциях, они мечтали получить «гомункулюса» — маленького живого человека...

Казалось, Даниэле Петруччи вплотную приблизился к осуществлению этой мечты алхимиков. Правда, он не смешивал в колбе случайные смеси вещества. Он поместил в стеклянный

сосуд, наполненный питательной средой, — этот сосуд исследователь назвал «биологической колыбелью» — оплодотворенную яйцеклетку женщины. Сквозь отверстия в стенках сосуда с помощью небольшого лабораторного насоса постоянно продувался кислород. В «колыбели» поддерживалась неизменная температура, равная 36°. Это несложное устройство заменило материнский организм. В нем — в искусственных условиях — человеческий зародыш развивался целых четыре недели. За его жизнью следили ученые. И непрерывно процесс развития зародыша фиксировался на кинопленке.

Между прочим, Даниэле Петруччи — человек с широким кругозором. Он интересуется не только медициной, но и физикой, техническими науками. Много времени уделяет он научной кинематографии. Последнее увлечение и помогло ему создать блестящий фильм о развитии зародыша в «колыбели», начинающийся моментом оплодотворения, то есть слияния яйцеклетки и мужской половой клетки — сперматозоида, прослеживающий все стадии первоначального деления оплодотворенной яйцеклетки и дальнейшее ее развитие. Столь полную картину жизни человеческого зародыша на ранних стадиях его развития широкая масса медиков увидела впервые. Ведь до сих пор эмбриологи могли наглядно изучать лишь отдельные моменты этого процесса; в их руки случайно попадали зародыши, извлеченные из организма женщины при некоторых весьма редких операциях, проведенных в раннем периоде беременности. В целом же этот процесс в естественных условиях идет внутри материнского организма, и наблюдать его никоим образом невозможно.

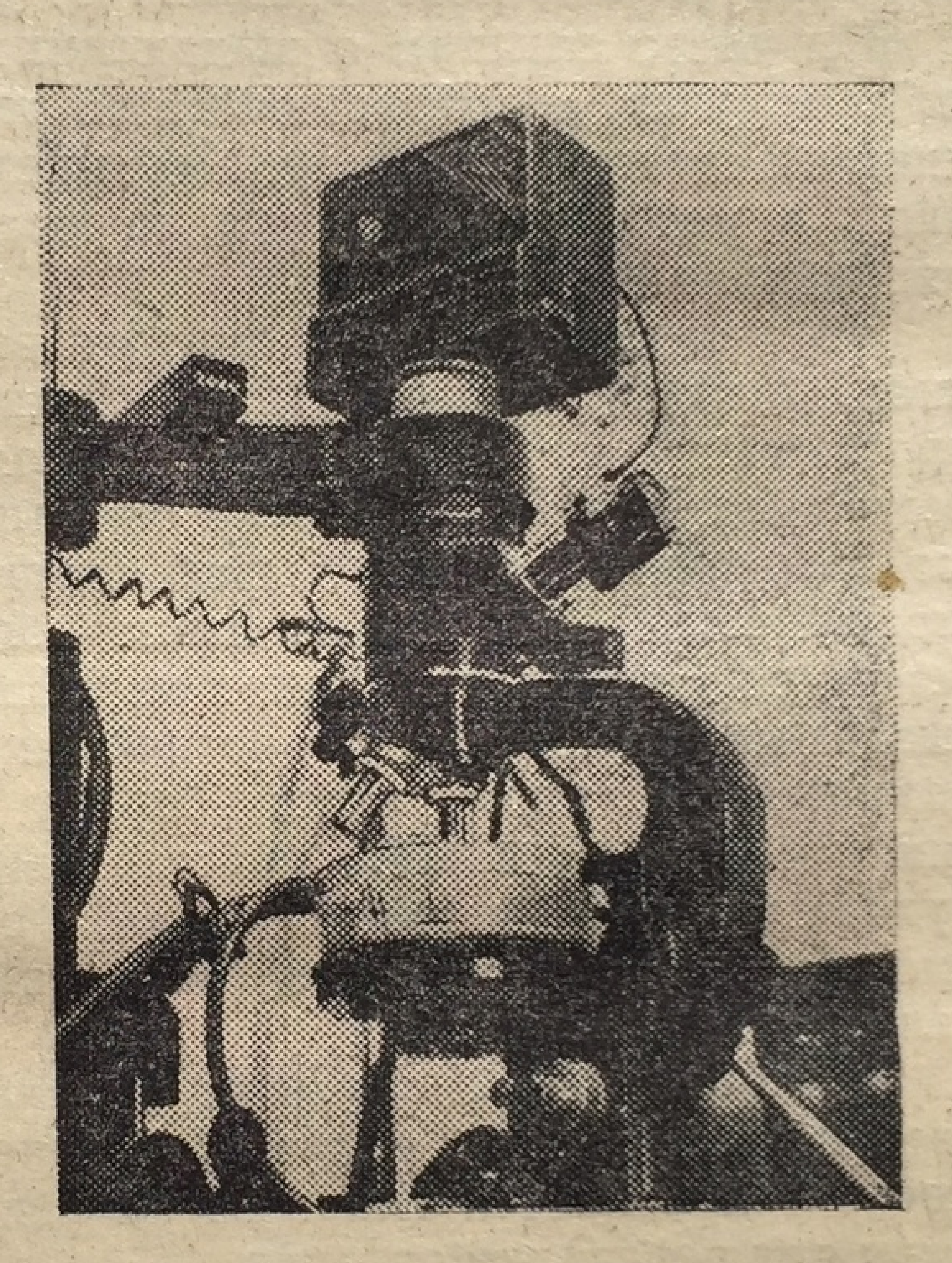
Именно эта полнота картины и ее документальная точность привлекли к работам Петруччи внимание медиков. Журналистов же и массового читателя заинтересовало в этом сообщении другое. «Избалованные» потрясающими, поистине фантастическими достижениями современной науки, они задавали вопрос: могут ли быть продолжены и углублены эти опыты? Можно ли уже на современном этапе развития науки или в недалеком будущем создать условия для того, чтобы зародыш развивался в искусственных условиях не четыре недели, а все сорок — столько, сколько живет он до рождения в материнской утробе? Может ли при этом «родиться» полноценный ребенок, полноценный человек?

«Технически это возможно, — говорит Петруччи, — потому, что преодолены уже три огромные трудности: газоснабжение, поддержание постоянной температуры и питание зародыша».

Оптимизм этого высказывания как будто бы подтверждается тем фактом, что в одном из более поздних опытов при благоприятном стечении обстоятельств зародыш жил вне организма уже целых 58 дней! И все-таки следует признать, что

Даниэле Петруччи излишне оптимистичен. Прежде всего необходимо критически отнестись к тому, что уже достигнуто в его опытах. Ибо Петруччи не дал достоверных доказательств того, что в искусственных условиях происходит нормальное развитие зародыша и нормальная закладка органов. Можно говорить лишь о том, что в этих условиях происходит рост тканей зародыша, но не зародыша, как единого целого. Из этого следует, что если бы Даниэле Петруччи попытался в дальнейшем на аналогичном же техническом уровне опыта поддерживать жизнь зародыша на протяжении 40 недель, то «рожденный» в этих условиях организм мог бы оказаться неполноценным, нежизнеспособным.

Основанием для такого утверждения служат данные микроскопического исследования развивающегося в нормальных, естественных условиях человеческого зародыша в первые два месяца роста и сравнение этих данных с опубликованными материалами опытов Д. Петруччи. Такая работа была проведена в лаборатории кафедры эмбриологии Крымского медицинского института, которой руководит один из авторов этой брошюры — профессор Б. П. Хватов.


Камера для выращивания культур тканей и ранних зародышей с киносъемочной установкой (конструкция Б. В. Троценко, Крымский медицинский институт).

Вместе с тем опыты Петруччи, предшествовавшие им работы уже упомянутый лаборатории кафедры эмбриологии, а также американских исследователей Шетлса, Рокса и Менкина говорят о том, что в первые после оплодотворения дни развитие яйцеклетки человека в искусственных условиях протекает вполне нормально.

Впрочем, Даниэле Петруччи не задавался целью получить «искусственного человека». Цель его работы была, может быть, менее романтической, но более необходимой для практики.

Говорят, что на стене цеха запасных частей одного из американских автомобильных заводов есть предупреждающая

надпись: «Господь бог неплохо создал человека, но он забыл изготовить к нему запасные части. Помни об этом!».

Надпись эта, по мысли ее авторов, должна призывать рабочих к осторожности и, следовательно, предупреждать несчастные случаи. Но, к сожалению, и на упомянутом заводе, и в тысячах других мест несчастные случаи все же происходят. Кроме того, от тех или иных болезней преждевременно изнашиваются сердце, почки, железы внутренней секреции и другие жизненно важные органы. Если бы поврежденный орган можно было бы заменить «запасным», то удалось бы продлить жизнь многих тысяч больных людей, спасти жизнь и здоровье сотням пострадавших от различных катастроф.

Мы часто слышим о выдающихся достижениях современной хирургии, о потрясающих по тонкости и точности операциях на сердце, например. Несомненно, что если бы речь шла лишь о мастерстве хирурга, пересадки органов — были бы рядовым явлением.

Но против мастерства хирурга восстает сам больной организм. Даже самая блестящая техника операции не решает проблемы: чужеродная ткань у человека отторгается в среднем через 10—20 дней после операции. В организме действуют защитные реакции, выработавшиеся за многие века эволюции. Если в организм извне попадает какой-либо чужой белок, то в крови и в тканях начинают производиться так называемые антитела — биологически активные вещества. С их помощью организм ведет борьбу со всякой чужеродной тканью. Всякой, даже с подсаженным взамен поврежденного чужим органом, который, если бы он прижился в организме, смог бы спасти ему жизнь. Механизм, вырабатывающий антитела, к сожалению, слеп!

Это явление — иммунитет организма к чужеродным белкам, или, как его называют иначе, тканевая несовместимость — и является главным на сегодняшний день препятствием для пересадки органов.

Даже при пересадках кожи — широко применяющихся сегодня и спасающих жизнь многих пострадавших от ожогов — чужая, «донорская» кожа приживается лишь на время. Под нею, под ее прикрытием, вырастает слой новой, уже «собственной» кожи. И как только она вырастает, чужая кожа — уже выполнившая в сущности свою роль отторгается.

Пересадки же органов, как правило, не удаются. Как правило. Хотя возможны исключения: пересадки удаются в том случае, если оперируемый и донор являются истинными, однояйцевыми близнецами (то есть они происходят из одной и той же яйцеклетки, которая в силу каких-то причин разделилась в материнской утробе на две или более самостоятельных зародышевых клетки).

Конечно же, это очень редкий случай, когда больной имеет

брата или сестру близнеца, да еще однояйцевого. Кроме того, при всей любви к больному брату или сестре никто не сможет пожертвовать им свое сердце — оно у человека одно. Но почки, например, которых у человека две, жертвуют. В мире осуществлено уже 28 пересадок почек от однояйцевых близнецов. 21 человек из числа оперированных живет после такой операции уже несколько лет. Одна из женщин, которой почка была пересажена семь лет назад, даже родила за это время двух детей.

Иммунитет к чужой ткани возникает в организме не сразу. Известно, что в том случае, когда чужеродные клетки или белки вводят зародышам человека или животных или новорожденным, то у них не образуется антител, и чужая ткань приживается. Наблюдается и обратная картина: ткань, взятая у зародыша, не воспринимается взрослым организмом как чужая.

Выращивая в искусственных условиях зародыши человека, Даниэле Петруччи хотел получить материал для пересадок тканей и органов — «запасные части» для больных людей. Пусть органы зародыша еще не совсем сформированы. В иных случаях это не так уж важно. Зато ткани и органы зародыша не обладают тканевой несовместимостью и будут беспрепятственно приняты организмом человека, которому делают пересадку. Впоследствии же взрослый организм поможет пересаженному органу быстро вырасти и начать функционировать

Итак, «гомункулюсы» профессора Даниэля Петруччи должны были, по замыслу их автора, в изобилии предоставить «запасные части» для пересадки больным людям. И именно эта цель была главной, к которой стремился он, начиная свои работы.

Исследования итальянского профессора привлекли столь большое внимание не только в силу своей научной ценности. Его эксперименты нанесли еще один удар по религиозным и идеалистическим заблуждениям, имеющим на Западе достаточно широкое распространение. Не случайно католическая церковь враждебно восприняла сообщения о работах Петруччи. Орган Ватикана — газета «Обсерваторе романа» сетовала, что его опыты дали «новую пищу для антирелигиозной и антикатолической кампании». Для самого Петруччи, который как и многие итальянцы, исповедует католическую религию, этот результат его исследований был достаточно неожиданным. Ведь его даже собрались отлучать от церкви...

Но каковы бы ни были цели самого Петруччи и как бы ни были далеки его результаты от рождения полноценного человеческого организма вне организма матери, проведенные им опыты вызвали к жизни вопрос: возможно ли такое рождение? Наверное, на него следует ответить положительно.

Впрочем, не слишком ли поспешно мы выразили уверен-

ность в возможности «искусственного» рождения? Читателю столь поспешное утверждение, быть может, покажется неубедительным. Что ж, в последующих главах мы постараемся обосновать его.

## СТРАННАЯ АРИФМЕТИКА: 1+1=1

Половой способ размножения, при котором развитие будущего организма начинается при слияни двух — материнской и отцовской — половых клеток, получил в природе наибольшее распространение.

Любопытен вопрос: зачем природе понадобилось создавать столь сложный, в сущности говоря, механизм размножения, при котором двум существам противоположного пола нужно встретиться в пространстве, причем их половая зрелость должна совпасть во времени? Чтобы обеспечить эту встречу и последующее слияние двух половых клеток, стали необходимыми определенные анатомические особенности строения, сложные двигательные, гормональные и психологические механизмы.

Между тем тот же эффект увеличения численности особей одного и того же вида может быть достигнут значительно более простыми путями. У одноклеточных, например, материнская клетка попросту делится пополам, образуя две дочерние. Многие растения, как известно, могут размножаться отводками, отрезками корней, клубнями, дольками луковиц; во всех этих случаях нет необходимости во встрече двух — мужского и женского — начал, то есть в половом способе размножения, при котором потребно существование двух растений с мужскими и женскими цветками или наличие двух этих типов цветков на одном растении. Бесполым же путем — отростками — могут размножаться и некоторые просто организованные животные, как, например, гидры.

Библейская легенда о «непорочном зачатии» божьей матери — девы Марии — также имеет, оказывается, прецеденты в животном мире. В некоторых случаях даже у столь высокоорганизованных живых организмов, как насекомые, размножение может происходить без участия самца. Примером этому могут служить некоторые тли. В теплое время года их самки откладывают девственные — неоплодотворенные самцом — яйца. И из таких яиц выводится вполне полноценное потомство. В более холодное же время у тех же насекомых наблюдается обычный — половой — способ размножения. В иных случаях действием некоторых внешних факторов, например, повышенной температуры, удается вызвать развитие бабочек тутового шелкопряда из неоплодотворенных яиц. То же наблюдается у некоторых кольчатых червей, морских ежей. Неоплодотворенные икринки лягушки удавалось «при-

нудить» к делению и развитию, легонько проколов их иглой, смоченной свежей кровью этих животных. Многие из «оплодотворенных» таким образом икринок успешно развивались, и из них вырастали головастики, превратившиеся впоследствии во вполне нормальных лягушек. Одному из ученых удалось вызвать деление неоплодотворенных яйцеклеток кролика, извлеченных из организма самки. После того, как этот процесс начался в искусственных условиях, он поместил яйцеклетки в матку той же крольчихи и получил от нее двух крольчат, которые ничем не отличались от своих собратьев, имевших двух родителей — и мать, и отца.

Так, значит, существование двух полов не является необходимостью для размножения. И все-таки природа пошла на их создание. Зачем?

У биологов еще нет окончательного и точного ответа на этот вопрос.

К. А. Тимирязев, например, рассматривал половое размножение как источник изменчивости. В каждом живом существе при этом сливаются и борются организации двух родителей.

В процессе эволюции живого мира наследственная информация, передаваемая каждым организмом из поколения в поколение, не остается постоянной. Под влиянием различных внешних факторов, приводящих к каким-то физическим и химическим изменениям в организме, возникают отклонения от первоначальной нормы — мутации. Отклонения эти могут быть как вредными, так и полезными для организма. Естественно, что в борьбе за существование организмы с менее полезными наследственными изменениями окажутся не столь жизнеспособными. Напротив, для того, чтобы тот или иной вид организмов мог распространяться более широко, завоевывать для себя все новые пространства с иными, чем первоначальные, природными условиями, необходимо, чтобы в потомстве его возникали и закреплялись определенные, в данных условиях полезные отклонения.

Но сами по себе эти отклонения возникают достаточно редко. Тем более, что в потомстве одного и того же организма могут одновременно встретиться унаследованные от родителя и полезные и вредные отклонения. Более частыми и более многообразными были бы отклонения, унаследованные не от одного, а от двух родителей. Ведь во втором поколении при половом размножении потомки унаследуют качества уже четырех предков, в третьем — восьми и так далее. В этом случае природа располагает и большими комбинационными возможностями: потомки унаследовавшие от родителей лишь вредные отклонения, быстро погибнут под натиском более удачливых собратьев, взявших от предков самые целесообразные для данных условий качества.

Однако, это не единственно возможный ответ на вопрос.

Обращает на себя внимание, например, подмеченная еще Чарлзом Дарвином особенность гибридов. «...У животных или растений, — писал он, — скрещивание между различными разновидностями или между особями одной и той же разновидности, но различного происхождения, сообщает потомству особенную силу и плодовитость». Впоследствии эта особенность была названа гибридной мощностью или гетерозисом.

Почему это происходит? Какова внутренняя природа гетерозиса? И на этот вопрос ученые еще не нашли исчерпывающего ответа. Не исключена возможность, что причина возникновения двух полов кроется именно здесь.

## *ПОДСКАЗАНО ПРИРОДОЙ*

Но вернемся к вопросу о возможности развития зародыша вне организма матери.

В сущности, в природе этот вопрос уже давно решен. У очень многих животных, например почти у всех видов рыб и у земноводных, и оплодотворение и развитие зародыша происходят не внутри организма, а во внешней среде — в воде. Для развития зародыша эта среда значительно более благоприятна, чем, например, воздушная. Она более постоянна по температуре, по химическому составу и многим другим условиям.

На протяжении длительного периода геологической истории Земли вся ее поверхность была покрыта водой первобытного океана. В воде зародилась жизнь. Здесь возникли первые живые организмы, здесь же шел процесс развития жизни от простейших ее форм до все более и более сложных. Многие организмы и сегодня не могут жить иначе, как в воде. Даже наиболее высокоорганизованные — позвоночные. Например, рыбы. Животные другого отряда позвоночных — земноводные — в большинстве своем живут во взрослом состоянии на суше. Но все они связаны с водой в период размножения.

Вот, например, лягушка. Кстати, икра ее — наиболее доступный объект для наблюдения за развитием зародыша.

Лягушка откладывает икру в воду. Здесь же происходит и оплодотворение икринок половыми продуктами самца. Каждая икринка представляет собой круглое тельце диаметром в два миллиметра. Она одета тонкой и прозрачной оболочкой из белкового вещества, сквозь которую можно увидеть шаровидное тельце — яйцо, частично окрашенное в черный цвет. Если произошло оплодотворение — слияние яйцеклетки с половой клеткой самца, яйцо быстро развивается. Скорость этого развития зависит от температуры воды, в которой плавает икринка. Яйцеклетка дает начало зародышу. Он бы-

стро растет за счет запасенных в икринке питательных веществ. Икринка при этом истончается и, наконец, лопается. Вышедший из нее зародыш начинает плавать в воде и самостоятельно добывает себе пищу. Но развитие его на этом этапе еще не кончается. Зародыш-головастик — совсем не похож на взрослую лягушку. Прежде всего, он не может покинуть воду — ведь дышит он жабрами. Проходит еще много дней развития: головастик растет, изменяется его внешний вид. Постепенно отрастают конечности, рассасывается хвост, жабры заменяются легкими. Совершается метаморфоз — превращение головастика в лягушку.

Как видим, в этом случае и оплодотворение яйцеклетки, и развитие зародыша происходит вне организма матери и даже без ее участия.

Но животным, обитающим на суше и не связанным с водой столь тесно, как земноводные, понадобились другие механизмы оплодотворения и развития зародыша.

У птиц, например, оплодотворение яйцеклетки происходит во внутренних половых путях самки. От момента спаривания с самцом до момента оплодотворения может пройти достаточно длительное время: установлено, что у домашних птиц, например, мужские половые клетки — сперматозоиды, находясь в половых путях самки, могут до 25—30 дней сохранять свою жизнеспособность.

После оплодотворения начинается развитие яйцеклетки. Она делится, становится достаточно крупной и приобретает вид диска, плавающего в поверхностном участке желтка. Развиваясь, оплодотворенное яйцо в течение 20—24 часов продвигается по яйцеводу. В процессе этого движения желток покрывается студенистой оболочкой — «белком», а в нижнем отделе половых путей — известковой скорлупой. Так заканчивается первая, ранняя стадия развития зародыша птиц.

Снесенное птицей яйцо, попадая из половых путей во внешнюю среду, приостанавливает свое развитие. Для того чтобы оно возобновилось, необходимо создать определенные условия: температуру, влажность и прочие факторы. Они достигаются при естественном насиживании или в инкубаторе.

Итак, зародыш птицы раннюю стадию развития проводит в утробе матери. Но ни тогда, ни тем более позже между ним и материнским организмом нет очень прочной связи: питание и развитие цыпленка — или птенца любой другой птицы — до момента выхода из яйца происходит за счет запасенных в яйце питательных веществ.

Иное дело у млекопитающих — в том числе и у человека. И оплодотворение, и развитие зародыша происходят у них в организме матери. Более того, начиная с некоторого момента, между зародышем и материнским организмом налаживается весьма тесная связь: их кровеносные системы соединя-

ются. Зародыш питается и дышит за счет матери. Через материнский же организм выводятся ненужные продукты, образующиеся в результате идущих в развивающемся организме обменных процессов. Да и после рождения детеныш — или ребенок — еще не сразу умеет обходиться без матери. Некоторое время она кормит его своим молоком. Недаром же этот класс позвоночных получил такое название: млекопитающие.

Интересно отметить, что и у млекопитающих развитие зародыша на самых первых стадиях — в первые несколько дней — происходит хотя и в недрах материнского организма, но вне тесной связи с ним, в основном за счет некоторого количества запасенных в яйцеклетке питательных веществ. Правда, их очень немного: ведь в сравнении даже с икринкой лягушки яйцеклетка млекопитающих очень мала. Если первая имеет, как мы уже говорили, около 2 миллиметров в диаметре, то у млекопитающих яйцеклетка ясно видима лишь под микроскопом: диаметр ее 0,12—0,14 миллиметра. Величина эта, кстати, не зависит от вида животного, от его размеров во взрослом состоянии. Яйцеклетки (как, впрочем, и мужские половые клетки — сперматозоиды) одинаковы по величине и у маленькой полевой мыши и у слона, и даже у гигантского голубого кита, туша которого достигает в длину 30 метров.

Уже на основе этих очень кратких сведений о развитии зародышей разных групп животных можно сделать некоторые интересующие нас выводы. Прежде всего о том, что в развитии зародыша вне материнского организма нет ничего противоестественного: у многих животных оно так и происходит. Причем происходит это в водной среде, имеющей достаточно постоянные химический состав и температуру. Следовательно, если по замыслу экспериментатора яйцеклетка млекопитающего животного (а также и человека, ведь в биологическом смысле человек — один из видов млекопитающих) должна развиваться вне материнского организма, то ее следует поместить в среду с постоянной температурой и постоянным химическим составом — в среду, аналогичную той, что окружает зародыш в организме матери. Второе обстоятельство: у всех животных, кроме млекопитающих, яйцеклетка снабжена запасом питательных веществ, вполне достаточным для развития зародыша вплоть до той поры, пока он не сможет находить пищу самостоятельно или, как у многих птиц, брать непосредственно ртом пищу, принесенную родителями. У млекопитающих яйцеклетка содержит чрезвычайно малый запас питательных веществ: его хватает лишь на несколько дней развития зародыша. И экспериментатор должен позаботиться о том, чтобы доставить растущему зародышу должное количество питательных веществ.

Первое требование — обеспечение постоянства температуры и нужного химического состава среды — с технической сто-

роны несложно. Кстати, в опытах Даниэле Петруччи средой для развивающихся яйцеклеток служила кровяная плазма, взятая у беременной женщины. В первые дни развития, пока зародыш использует для роста запас питательных веществ яйцеклетки, вопрос о его питании также прост. Сложнее он в последующие дни. И тем сложнее, чем «взрослее» становится развивающийся зародыш. Именно эта сложность в опытах Петруччи ограничивала возраст зародышей лишь в среднем 28 днями.

Можно ли продолжить подобные опыты сверх этого срока? Какие технические трудности предстоит при этом преодолеть? Для того чтобы понять это, понадобится подробнее познакомиться со строением половой системы млекопитающих и физиологией оплодотворения и развития зародыша в организме матери.

## *ОЧЕНЬ КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ АНАТОМИИ*

Главное, что отличает человека от всех прочих животных, что сделано его властелином мира, это разум. Анатомическое же строение человеческого тела и физиологические функции его организма во многих чертах сходны с таковыми у других млекопитающих. И потому следует договориться, что мы не будем не в меру щепетильны и, описывая строение внутренних половых путей, а также физиологические циклы организма, согласимся в данном случае поставить в один ряд и млекопитающих, и человека.

Половая система закладывается у зародышей млекопитающих на очень ранней стадии развития. Первоначально не представляется возможным определить пол зародыша. Лишь при дальнейшем развитии становится видно формирование либо мужской половой железы — семенника, либо женской — яичника. Вместе с этим начинается развитие всей половой системы. У самцов происходит развитие семенных протоков и придаточных половых желез, а у самок — яйцеводов, влагалища. К концу первой трети утробной жизни половая система у зародышей становится почти окончательно сформированной.

У всех млекопитающих, в том числе и у человека, женский половой аппарат построен по одному типу. В нем различают яичники, яйцеводы, матку, влагалище и наружные половые органы. Однако степень развития полового аппарата и соотношение размеров его отделов в значительной степени отличаются у разных видов животных. Наибольшего развития достигает он у животных, приносящих многочисленный приплод.

В яичниках — их у животного два — происходит развитие яйцеклеток. Вместе с тем они являются железами, которые

выделяют в кровь женские половые гормоны, обусловливающие характерные признаки самок.

У молодых животных до наступления половой зрелости поверхность яичников гладкая. В зрелом же возрасте она бугриста: на ней выступают прозрачные, наполненные жидкостью пузырьки — фолликулы — и плотные, округлые «желтые тела». Количество этих образований бывает различно у разных видов животных. У тех, которые приносят большой приплод, их много — до 20 и более. В яичниках женщины обычно одно, реже два желтых тела.

Центральная, более плотная часть яичника, называемая «мозговым слоем», окружена корковым веществом, занимающим большую часть этого органа. Здесь заложены яйцевые клетки. Их много. Но степень зрелости их неодинакова. По периферии коркового вещества располагаются наиболее молодые яйцеклетки. Они округлой формы, очень маленькие даже по сравнению с микроскопическими зрелыми яйцеклетками и обычно лежат группами. Несколько глубже располагаются более крупные — растущие яйцеклетки. Последние имеют шаровидную форму с шаровидным же ядром. Протоплазма их содержит зернышки желтка. Эти яйцеклетки окружены уплощенными, так называемыми фолликулярными клетками, которые в дальнейшем многократно делятся и окружают яйцо в несколько слоев. Яйцо же увеличивается в размерах, накапливая желток. На следующей фазе развития между тканевыми клетками образуется небольшая полость, в которой появляется жидкость. Она накапливается во все большем и большем количестве, и пузырек — фолликул — с этого момента начинает быстро расти, а потом и созревает. Зрелый фолликул женщины достигает размеров в 1—1,5 сантиметра.

В яичниках женщины одновременно созревает один пузырек, реже два. У многоплодных же животных их может быть значительно больше. На некотором этапе развития фолликул разрывается, и жидкость изливается из него, а вместе с ней выходит из пузырька яйцеклетка. Этот момент выхода яйца из фолликула получил название овуляции.

После овуляции фолликул спадает, и на его месте возникает новое образование — желтое тело. Оно быстро увеличивается в размерах и достигает величины фолликула, а подчас даже превышает его. Дальнейшая же его судьба зависит от состояния яйцеклетки. Если она будет оплодотворена и в матке начнет развиваться зародыш, то желтое тело остается в яичнике в течение всей беременности. Если же оплодотворения не наступило, то желтое тело отмирает. Подробнее об этом будет сказано ниже.

Интенсивный процесс образования яйцевых клеток наблюдается уже в яичниках зародышей. В этот же период образуются и пузырьки, наполненные жидкостью — фолликулы. Но

до наступления половой зрелости организма они не развиваются до конца и через некоторое время погибают, рассасываясь вместе с яйцеклеткой. При наступлении половой зрелости в яичниках появляются фолликулы, «дозревающие» до овуляции.

К старости развитие фолликулов прекращается. Корковое вещество яичников уже не содержит половых клеток. У женщин период затухания деятельности половой системы происходит обычно к 45—50 годам. Но иногда это происходит значительно позже. Относительно недавно был, например, описан случай, когда 62-летняя женщина родила здорового мальчика. Бывают роды у женщин и в более преклонном возрасте.

Яичники, так же как и семенники, являются железами внутренней секреции. В различные периоды деятельности в них образуются два основных гормона: фолликулин (или эстрон) и гормон желтого тела — прогестерон. Они хорошо изучены, известно их химическое строение и действие на организм. Химики даже научились получать их искусственным путем.

Первый гормон — фолликулин — образуется в фолликулах и содержится в наполняющей их жидкости. Под влиянием этого гормона интенсивно разрастается слизистая оболочка матки, подготавливаясь к восприятию оплодотворенной яйцеклетки.

Второй гормон — прогестерон — вырабатывается желтым телом. Он, так же как и фолликулин, вызывает изменение в половых путях. Под его влиянием слизистая оболочка матки разрастается еще сильнее. Кроме того, прогестерон затормаживает развитие и созревание фолликулов в яичниках.

После разрыва фолликула вышедшая из него яйцеклетка попадает в яйцевод, соединяющий яичник с маткой. Иное название яйцевода — маточная труба. Их две — по числу яичников. Сюда, в трубы, если произошло осеменение, поступает семенная жидкость самца. В трубах происходит встреча яйцеклетки с мужскими половыми клетками, оплодотворение и первые стадии развития зародыша.

Пройдя через яйцеводы, оплодотворенная яйцеклетка, вернее, уже начавший развиваться зародыш, попадает в матку. Эта часть половой системы по своему анатомическому строению несколько различна у разных млекопитающих. У женщины она по величине и форме напоминает грушу. Это мышечный орган, внутренняя полость которого выстлана слизистой оболочкой. В ходе полового цикла оболочка эта претерпевает сильные изменения: к моменту овуляции и в дни, непосредственно следующие за ним, она разрастается. (Если зачатие не происходит, оболочка отмирает и отторгается). У женщины при этом нарушаются менструации. Когда же происходит оплодотворение яйцеклетки, то последняя прикрепляется к

слизистой оболочке в полости матки. В месте его прикрепления начинают развиваться кровеносные сосуды, связывающие организм матери с зародышем. Образуются также оболочки плода. Начинается беременность.

Мышцы матки — гладкие, мощные. Во время родов они сокращаются, выталкивая плод сначала во влагалище, с которым соединяется нижняя часть матки — шейка. Затем в работу вступают мышцы влагалища, изгоняющие плод наружу. Выше мы упомянули о половом цикле самки. Что это такое? Наиболее хорошо выражен половой цикл у животных. Он проявляется в том, что с момента наступления половой зрелости самки в определенное время года приходят в состояние «течки», или «охоты». В этот период они находятся в возбужденном состоянии, подпускают к себе самца и способны к зачатию. Течка продолжается 2—3 дня, у иных животных больше.

В нормальных условиях — после случки с самцом — наступает беременность, которая у различных животных длится различное время. Продолжительность беременности у домашних животных достаточно хорошо известна. У кролика, например, она длится 30 дней, у кошки — около 2 месяцев, у овец — 5, а у коров — в среднем 10 месяцев. Однако не следует делать отсюда вывод о том, что срок этот определяется величиной тела животного. У мелких пушных зверей — куницы, соболя, горностая — период беременности длится 8 месяцев, у барсука — целый год, причем развивается зародыш в первое время очень медленно.

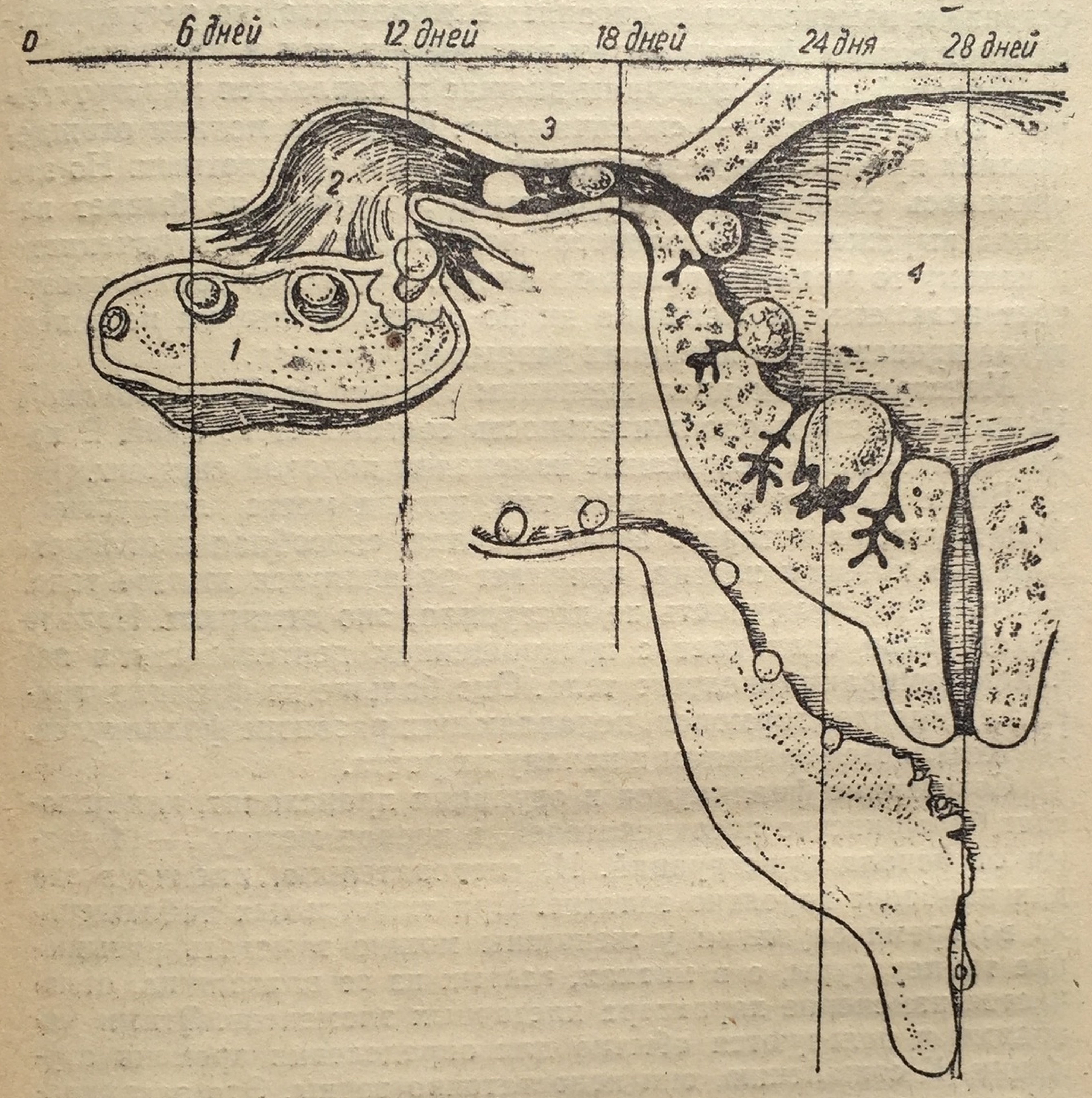
Беременность заканчивается родами, и после этого начинается период лактации — кормления детенышей грудным молоком и воспитания потомства.

Половой цикл завершается следующей течкой. Наступление ее определяется как видом животного, так и общими условиями жизни. Некоторые звери, например заяц, белка, в теплое время года приносят приплод 2—3 раза. В зависимости от климата и питания даже у одного и того же вида животного половой цикл протекает в разные сроки. Известно, что плодовитость белок, живущих в хвойных лесах, тесно связана с урожайностью шишек. И если год неурожайный, белка приносит не более одного приплода. Известно также, что многие дикие животные, попав в неволю, изменяют характер полового цикла, а некоторые даже теряют способность к размножению.

У домашних животных половой цикл протекает иначе, чем у близких к ним диких видов. Так, дикая свинья приходит в состояние «охоты» лишь один раз в год. Домашняя же — несколько раз и способна принести два приплода в год.

Проводились любопытные опыты по изменению полового цикла животных путем изменения светового режима. Ведь сезонные изменения в природе тесно связаны с продолжитель-

ностью дня. Таким способом удалось воздействовать на половой цикл мышей, крыс, кроликов и некоторых других животных. В опытах на чернобурых лисицах, которых из-за их ценного меха разводят на специальных звероводческих фермах, удалось даже достичь ценных практических результатов. Дело




Схематическое изображение половых путей женщины и последовательных этапов месячного цикла:
*1* — яичник; *2* — воронка яйцевода; *3* — яйцевод; *4* — матка.
Вертикальные линии и цифры на них делят месячный цикл на этапы и показывают, в каком пункте половых путей находится в данный момент яйцо.

в том, что лисицы дают приплод лишь один раз в году. Изменяя же световой режим, удается заставить их плодоносить дважды. Едва ли нужно объяснять, что это приносит пушному хозяйству ощутимую выгоду.

Центральным моментом полового цикла у животных является период течки. Только в этот период возможно зачатие. Интересно, что овуляция — выход яйцеклетки из фолликуляр-

ного пузырька — происходит именно в период течки. Причем у некоторых животных овуляция происходит только после полового акта, который является как бы сигналом для этого процесса, у других же независимо от него, но на определенном этапе течки.

Из сказанного ясно, что половой цикл не является просто сезонным изменением в организме животного, но регулируется множеством факторов как внутренних, так и внешних.

Половой цикл у женщины внешне проявляется менструальным кровотечением — «месячными». Когда-то медики отождествляли проявление менструаций с течкой у животных. Но это оказалось совершенно неверным. У женщины не бывает периода выраженного полового возбуждения, приуроченного к какому-то моменту полового цикла. Овуляция также протекает незаметно, и женщина ни по каким приметам не знает, когда происходит в яичниках разрыв фолликула.

Менструальный цикл женщины длится от 21 до 30 дней. Чаще всего его продолжительность составляет 28 дней. В ходе его происходят серьезные изменения половой системы.

Выше мы уже говорили о том, что на месте лопнувшего фолликула, из которого вышла зрелая, способная к оплодотворению половая клетка, начинает развиваться желтое тело, и что если беременность не наступила, оно отмирает. Начало менструации совпадает с прекращением деятельности и началом отмирания желтого тела. Оно больше не функционирует, не выделяет гормонов, подавляющих развитие фолликулов. И это является сигналом к началу их роста.

Созревание фолликулов и овуляция происходят, как полагает большинство исследователей, в период между 7—14 днями от начала менструаций. И, следовательно, именно в эти дни наиболее вероятно зачатие. При тщательных наблюдениях во время овуляции у женщины можно заметить повышение температуры, а в мазках, взятых из ее влагалища, отмечается изменение характера клеточных элементов. Этими методами и пользуются обычно для определения времени овуляции. К сожалению, они недостаточно точны. Это затрудняет мероприятия по предохранению от нежелательной беременности и проведения операций по борьбе с бесплодием женщины, о которых пойдет речь ниже.

Следует отметить, что приведенные здесь сроки овуляции — 7—14 день от начала менструаций — очень приблизительны. Они зависят от очень многих причин и сугубо индивидуальны для каждого организма. Нужно вообще помнить о том, что нормальное течение и завершение сложных процессов, протекающих в женской половой системе, теснейшим образом связано с состоянием всего организма и зависит от согласованной работы других систем, в первую очередь нервной и эндокринной.

К моменту овуляции в матке наблюдается разрастание желез. Как только на месте лопнувшего фолликула начинает развиваться желтое тело, в кровь начинают поступать его гормоны, и по их сигналу слизистая оболочка матки начинает готовиться к восприятию зародыша: она набухает, увеличивается в объеме.

Если оплодотворения не произошло, яйцеклетка погибает и выбрасывается из половых путей. Разросшаяся же слизистая оболочка матки отторгается. С этим и связаны менструальные кровотечения.

## *НАБОР ХРОМОСОМ И МЕХАНИЗМ ЗАЧАТИЯ*

Две клетки, микроскопические по своим размерам — сперматозоид и яйцеклетка, сливаясь, дают начало новому организму, новой жизни. Что происходит в этот момент? Почему ни одна из этих клеток сама по себе (мы говорим о типичном случае — выше говорилось об исключениях, но это лишь редкие исключения, подтверждающие правило) не может дать начало живому существу?

Даже и сейчас, когда на вооружении у ученых есть множество технических средств, облегчающих наблюдение, когда разработаны тонкие и точные методы производства опытов, многие частности процесса оплодотворения остаются неизвестными или спорными. А между тем со времени, когда был впервые описан факт слияния при оплодотворении мужской и женской половых клеток, прошло более 150 лет. Наблюдение это было сделано над улитками-прудовиками.

До открытия же этого факта различные ученые в различное время выдвинули более четырехсот гипотез, в которых пытались объяснить механизм оплодотворения. Все они были далеки от объяснения истинной сущности явления, ибо не опирались на эксперимент, на данные непосредственных наблюдений. Много споров, сопровождавших возникновение этих гипотез, было посвящено, например, вопросу о том, мужское или женское начало наиболее важно в зачатии. Сторонники микроскопа даже рисовали сперматозоид в виде «гомункулюса» — миниатюрного человечка с непомерно большой головой и меньшими по размерам, но уже полностью сформированными всеми частями тела.

После открытия механизма оплодотворения половых клеток у улиток-прудовиков исследованию этого явления были посвящены многие работы ученых. Прежде всего и наиболее полно был изучен этот процесс у тех животных, оплодотворение и развитие яйцеклеток которых происходит во внешней среде. Сложнее было исследовать его у живородящих.

Описание этого процесса следует начать с момента, когда

созревает и лопается фолликул и готовая к оплодотворению яйцеклетка попадает в маточную трубу. У большинства животных разрыв фолликула и овуляция происходят самопроизвольно и не зависят от спаривания. Но у некоторых, например у кролика, это происходит только после возбуждения и наступает через 10—12 часов после спаривания. Неоплодотворенные яйцеклетки, находящиеся в маточных трубах, недолго сохраняют жизнеспособность: как полагают в настоящее время, не более суток. Сперматозоиды же, попавшие в половые пути самки, более «выносливы». Мы уже упоминали о том, что у домашних птиц срок жизни мужских половых клеток в условиях женского организма достигает 25—30 дней. Правда, у млекопитающих он меньше. Литературные источники говорят, что подвижные сперматозоиды обнаруживаются в яйцеводах в течение двух-трех дней. В лаборатории кафедры эмбриологии Крымского медицинского института также были получены данные, свидетельствующие о том, что сперматозоиды человека в женских половых путях могут сохранять способность к оплодотворению по крайней мере в течение трех дней.

Итак, если мужское семя было введено во влагалище близко от момента овуляции, в маточных трубах яйцеклетка встречается со сперматозоидом и сливается с ним. Совершается оплодотворение — процесс, который следует рассматривать как физиологическое явление, выраженное во взаимном обмене веществ между половыми клетками. Это положение обосновывает правильную постановку вопроса о наследственности и изменчивости при избирательном характере оплодотворения. Последние открытия, касающиеся значения нуклеиновых кислот в передаче наследственных признаков и расшифровка «кода наследственности», новые данные биохимии и науки о клетке — цитологии — будут все более и более способствовать разрешению неясных в настоящее время аспектов этого процесса.

Известно, что главные составные части клетки — это ядро и протоплазма. При делении клетки в ядре, если наблюдать его под микроскопом, становятся видимыми более мелкие образования — хромосомы. Число их у каждого вида животных или растений строго постоянно и в каждой клетке тела четно. Так что в применении к клеткам тела (их называют соматическими клетками) можно говорить не о числе хромосом, а о числе пар хромосом. Тем более что хромосомы каждой пары по внешнему виду совершенно одинаковы. Исключение составляет лишь одна пара — две хромосомы, которые называют половыми. У самок они одинаковы и обозначаются X и X. У самцов же — различны. Одна, точно такая же, как у самки, и также обозначается буквой X. Другая же присуща только мужскому полу и обозначается буквой У.

Впрочем, такое распределение хромосом действительно не для всех животных. У птиц и бабочек половые хромосомы распределены по-иному: в клетках самца они одинаковы и обозначаются Z и Z, а у самок различны — Z и W.

В соматических клетках человека 46 хромосом, из них две — половые. Половая же клетка отличается тем, что содержит лишь половинное число хромосом. Впрочем, в первичной половой клетке хромосом столько же, как и в любой клетле тела. Но в соматических клетках при их делении число хромосом удваивается, и в каждую вновь образовавшуюся— дочернюю — клетку попадает ровно столько же хромосом, сколько было и в материнской. По-иному идет процесс деления первичной половой клетки. В ней хромосомы не удваиваются, но расходятся в дочерние клетки по одной из каждой пары. И, таким образом, в получившейся после деления зрелой женской половой клетке остается лишь половинный «набор» хромосом. Вторую же половину их яйцо получит при оплодотворении, когда сольется с мужской половой клеткой, также несущей половинный набор хромосом.

Между прочим, именно в момент оплодотворения определяется и пол животного, которое вырастает из этой клетки. Любые две половые клетки женского организма одинаковы по набору хромосом: ведь в клетках его тела, а также и в первичной половой клетке есть пара одинаковых половых хромосом — X и X. Мужские же половые клетки различны, так как в первичной половой клетке, как и в любой соматической клетке мужского организма, половые хромосомы неодинаковы X и У.

50 процентов зрелых половых клеток несут X-хромосому, а другие 50 процентов — У-хромосому. Если при оплодотворении с женской половой клеткой, заведомо несущей X-хромосому, сольется сперматозоид, несущий ту же X-хромосому, то оплодотворенная клетка положит начало женскому организму. Если же с женской половой клеткой сольется сперматозоид, несущий У-хромосому, то это положит начало мужскому организму.

Итак, для оплодотворения достаточно, чтобы произошло слияние всего лишь двух половых клеток: одной мужской и одной женской. Многие ученые так и считают: несмотря на то, что при оплодотворении в половые пути самки попадают миллионы сперматозоидов, с яйцеклеткой сливается лишь один из них. И как только сперматозоид проникнет в яйцеклетку, оболочка ее становится непроницаемой для других, которые остаются за ее пределами.

Такое представление, казалось бы, вполне соответствует изложенной выше хромосомной теории оплодотворения. Более того, на микрофотографиях процесса оплодотворения можно видеть уже оплодотворенную яйцеклетку, окруженную

«венцом» сперматозоидов. Похоже, что они и в самом деле не могут проникнуть сквозь оболочку яйцеклетки, в которую один из них успел войти прежде всех. Но, с другой стороны, на многих микрофотографиях можно видеть и такие яйцеклетки, в которые проникло более одного сперматозоида.

Правда, наблюдать это значительно сложнее. Дело в том, что соотношение размеров сперматозоидов и яйцеклетки (как мы уже говорили, головка первых имеет диаметр 7—9 микронов, в то время как диаметр яйцеклетки равняется 120—140 микронам) не позволяют детально проследить взаимоотношения этих клеток на живом материале. Их изучают под микроскопом на стандартным образом приготовленных препаратах — специально окрашенных срезах. При этом на одних из срезов видна поверхность яйцеклетки, на других же — средние и глубокие ее участки. Последовательно просматривая все срезы, можно обнаружить ядра самой яйцеклетки и сперматозоида, которые, слившись в одно, станут ядром первой клетки зародыша. (Эти еще не слившиеся ядра называют пронуклеусами — предшественниками ядра). Если же вести наблюдения за живыми клетками в процессе оплодотворения вне организма, то при малых увеличениях микроскопа проследить внедрение сперматозоидов в яйцеклетку трудно, при большем же увеличении, как это, например, делал Петруччи, в поле зрения оказывается лишь часть яйцеклетки. В последнем случае невозможно определить точное количество сперматозоидов, которые проникли в яйцо.

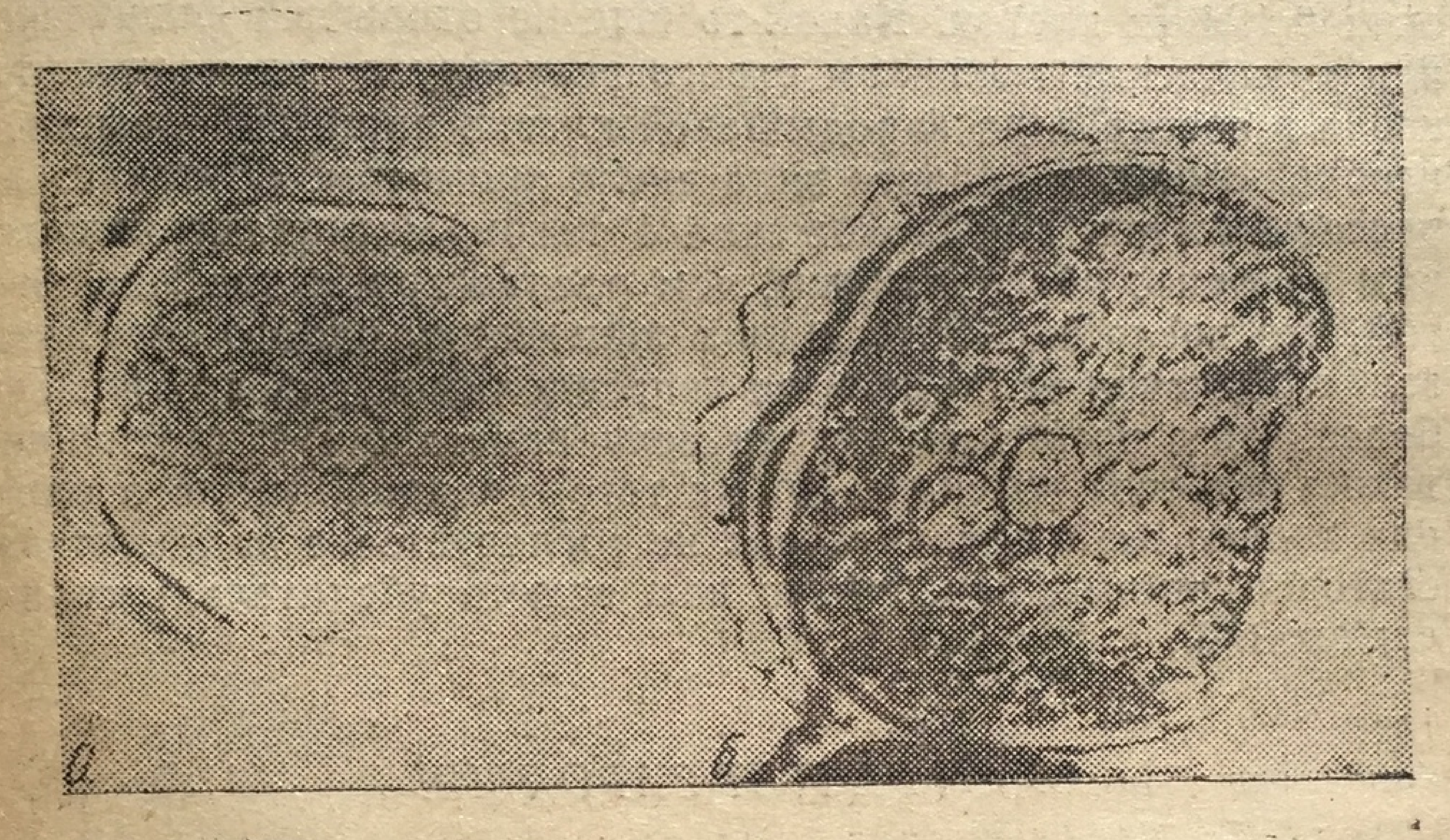
Наблюдения, проведенные в лаборатории кафедры эмбриологии Крымского медицинского института и полученные при этом микрофотографии убедительно, на наш взгляд, показывают, что в яйцеклетку могут одновременно проникать несколько сперматозоидов.

Этим были подтверждены данные других ученых, которые также сообщали о том, что в яйцеклетку кролика проникает много сперматозоидов. Правда, участие их в оплодотворении еще не выяснено, так как большинство сперматозоидов остается на периферии яйцеклетки, сразу под ее оболочкой. Но, во всяком случае, они вносят в клетку определенное количество специфических веществ, в том числе и нуклеиновых кислот, являющихся, по современным представлениям, основными носителями наследственных признаков.

После проникновения сперматозоидов в яйцеклетку головки одного или двух из них быстро увеличиваются в объеме, ядра их достигают размеров ядра яйцеклетки. В некоторых случаях и в ней видимы три ядра-пронуклеуса, становится невозможным отличить, какой же из них принадлежит собственно женской клетке.

Случаи, когда в яйцеклетке после проникновения в нее сперматозоидов обнаруживается более двух ядер, исследова-

тели называют полиспермией. Считают, что явление это есть отклонение от нормы и должно повести впоследствии к гибели зародыша или к уродствам будущего организма. Ведь при слиянии ядра женской половой клетки с несколькими ядрами сперматозоидов ядро зиготы (так называется оплодотворенная яйцеклетка, из которой развивается зародыш) будет содержать избыточное число хромосом.




Наиболее ранняя из известных стадия развития зародыша человека. На снимке — момент слияния ядер мужской и женской половых клеток.

Однако исследования, проведенные в Крымском медицинском институте, свидетельствуют, что в яйцеклетку почти всегда проникает несколько сперматозоидов. Большинство наблюдений велось при оплодотворении вне организма. Но нет оснований считать, что в половых путях самки процесс оплодотворения идет иначе. В последующих главах мы расскажем об опытах по пересадке оплодотворенных яйцеклеток от одного животного другому. При этом оплодотворение яйцеклеток производится вне организма, и, как правило, в контрольных яйцеклетках обнаруживаются несколько сперматозоидов. Но, несмотря на это, из пересаженных яйцеклеток рождается и воспитывается нормальное потомство.

Факт проникновения в яйцеклетку нескольких сперматозоидов наблюдался и на препаратах яйцевода кролика, полученных после нормального оплодотворения, то есть оплодотворения внутри организма, в трубах.

Более того, можно сослаться на описанные в литературе специальные эксперименты, в ходе которых самки животных осеменялись смешанной спермой нескольких самцов, принадлежавших к разным породам. В приплоде, полученном от такого эксперимента, подчас обнаруживались, в полном смысле

этого слова, «дети двух отцов» — детеныши, имевшие наследственные признаки сразу двух самцов, то есть двух пород, к которым принадлежали эти самцы.

Но как же быть с «лишними» хромосомами?

Естественно предположить, что при слиянии трех пронуклеусов в ядро первичной клетки зародыша входят не все хромосомы, имевшиеся в составе ядер слившихся женской и мужских половых клеток. Какой-то еще не открытый физический или химический механизм строго регулирует их количество, вводя в состав ядра зародышевой клетки лишь определенное, необходимое для данного вида число хромосом. «Лишние» же рассасываются. Предположение о таком механизме кажется нам не менее обоснованным, чем распространенное мнение о том, что после проникновения в яйцеклетку одного сперматозоида оболочка ее становится непреодолимой для других. Тем более, что в последнем случае механизм такого «уплотнения» также остается неясным. Кроме того, предположение о слиянии только двух пронуклеусов не согласуется с данными достаточно многих, кажущихся нам весьма убедительными исследований.

## *КАК РАСТЕТ ЗАРОДЫШ*

Оплодотворение обычно происходит в маточных трубах. И вкратце познакомившись с его механизмом, мы можем сделать вывод: создать условия для того, чтобы этот процесс совершался вне организма, совсем не сложно. Впрочем, этот вывод уже подтвержден экспериментами Даниэле Петруччи и его предшественников.

Правда, извлеченные из организма яйцеклетки быстро теряют способность к оплодотворению и погибают. То же самое происходит и с мужскими половыми клетками. Но как для первых, так и для вторых можно создать условия, в которых они будут оставаться живыми достаточно долгое время. Кстати, известно, что ученые разработали и внедрили в производство методы искусственного осеменения сельскохозяйственных животных. При их применении сперма — семенная жидкость, содержащая мужские половые клетки — подчас сохраняется вне организма достаточно долгое время. Это возможно благодаря тому, что были созданы специальные искусственные среды, в которых, при пониженной температуре, сперматозоиды долгое время сохраняют жизнеспособность.

Но оплодотворение — лишь первый, начальный этап развития зародыша. Для того же, чтобы в искусственных условиях сохранить его жизнь на протяжении всего периода внутриутробного развития и сделать попытку вырастить в «биологической колыбели» полноценный организм, следует в деталях

ознакомиться с тем, как протекает это его развитие в естественных условиях — внутри материнского организма.

Сразу же после оплодотворения начинается деление первичной зародышевой клетки — дробление ее. Этот процесс в течение 3—4 дней происходит в трубах. Сравнивая первые стадии развития зародышей млекопитающих с развитием зародышей других животных — тех, у которых это развитие обычно происходит вне организма матери, мы говорили о том, что на этом этапе питание его осуществляется лишь за счет желтка, запасенного в яйцеклетке. Но это не совсем верно. Более глубокие исследования показывают, что на пути следования зародыша по яйцеводам изменяется химический состав жидкости, выделяемой слизистой оболочкой последних. Соответственно изменяется химический состав клеток дробящегося яйца и его оболочки. Это служит косвенным доказательством того, что между зародышем и средой яйцеводов происходит обмен веществ, и, следовательно, часть питательных веществ зародыш получает извне.

Пройдя по трубам, зародыш поступает в матку, где блуждает еще некоторое время, а затем прикрепляется к слизистой оболочке и внедряется в нее. В месте контакта зародыша и матки начинается развитие так называемой плаценты — важного органа, через который в дальнейшем происходит связь двух организмов: матери и плода. Вначале в месте внедрения зародыша в матку образуется ворсинчатая оболочка, через которую происходит обмен веществ между зародышем и матерью. Впоследствии в эту оболочку врастают кровеносные сосуды плода. Местное развитие кровеносной системы происходит и в самих ворсинках, которые врастают в слизистую оболочку матки, разрушая ее кровеносные сосуды. В месте таких повреждений возникают лакуны — небольшие озерца, заполненные материнской кровью.

Кровь матери и плода никогда и нигде не смешивается. Кровеносные системы двух организмов разделяют ткани ворсин. Через них-то и осуществляется обмен веществ между плодом и матерью. Ворсинки находятся в кровеносных лакунах, а в последние из артерий постоянно вливается свежая материнская кровь, приносящая питательные вещества. Эти вещества, а также поступающий с кровью кислород всасываются и перерабатываются наружным покровом ворсин. От лакун же берут начало вены, по которым происходит отток крови, насыщенной углекислым газом и вредными продуктами жизнедеятельности плода. Эти вещества выделяются в кровь лакун также через ворсинки плаценты.

Сами же внутренние органы плода на ранних этапах беременности не функционируют. Поэтому именно плацента выполняет роль его почек, печени, легких и т.д . Плацента предохраняет плод от действия различных вредних веществ. Од-

нако некоторые из них могут все-таки проникать в организм плода и оказывают на него губительное действие.

Развитие различных систем и органов плода происходит неравномерно. Еще на самых ранних стадиях развивается нервная и сердечно-сосудистая системы. Пищеварительная и дыхательная системы у зародыша человека, например, сначала едва намечаются и ускоряют свое развитие лишь на втором месяце утробной жизни. Отмечено, что перед тем, как те или другие органы или системы начинают свое видимое развитие, в организме плода повышается уровень обмена веществ, обеспечивающих это развитие. Факт этот, помимо теоретического, имеет большое практическое значение. В частности, беременной женщине следует быть особенно внимательной к разного рода лекарственным веществам. В этой связи уместно вспомнить печальную историю талидомида — широко разрекламированного на Западе препарата, помогающего от тошноты, головокружения и некоторых иных спутников беременности. Применение этого патентованного средства привело к тому, что женщины очень часто рожали безруких и безногих детей-инвалидов. Анализ данных зарубежной прессы и медицинской статистики показывает, что «лекарство» приводило к столь страшным последствиям именно в тех случаях, когда его принимали в период «закладки» конечностей плода: на 5—6-й неделях беременности.

Правильное развитие плода зависит не только от состояния внешней среды (каковой является для него материнский организм), но и от правильного развития органа связи с нею — плаценты. Любое существенное отклонение в ее развитии приводит к нарушениям в развитии плода. И для того чтобы подойти к решению задачи о выращивании плода вне материнского организма, необходимо детальное изучение закономерностей становления этого весьма важного органа. Здесь, в этом изучении, один из ключей, которым открываются тайны развития организма. Обойтись без него невозможно. И до той поры, пока эмбриологи не будут иметь точного представления о всех мельчайших подробностях в работе механизма обменных процессов, протекающих между организмами плода и матери, трудно говорить о продолжении опытов Даниэле Петруччи.

Хотя, в сущности говоря, время, когда эмбриологи получат в руки и этот ключ, совсем не за горами.

## *ЖИВЫЕ ИНКУБАТОРЫ*

Казалось бы, мы подошли к выводу о том, что на сегодняшний день еще преждевременно говорить о выращивании в биологической колыбели организма вполне жизнеспособного,

такого, который вырастет до взрослого состояния и не будет ничем отличаться от своих сородичей, рожденных обычным путем. Но даже те результаты, что получены предшественниками Даниэле Петруччи, более скромные с научной точки зрения, открывают интересные возможности практического применения.

Как мы уже выяснили, в биологической колыбели достаточно просто воспроизвести условия, в которых происходят оплодотворение яйцеклетки и первые — до прикрепления его к стенкам матки — стадии развития зародыша. Вот это-то обстоятельство и является интересным и важным для практики.

Селекционеры-животноводы знают, как трудно вывести новую породу скота. Однако ничуть не легче распространить, размножить уже выведенную породу. Возьмем, к примеру, такой случай. Допустим, что в результате многолетних трудов удалось вывести новую, высокоудойную и вместе с тем жирномолочную породу крупного рогатого скота. Естественно, что его чистопородное —«элитное» — стадо весьма немногочисленно. Допустим, что оно насчитывает десяток коров...

Каждая корова за свою жизнь приносит не более десятка телят. Попробуйте подсчитать, какой численности достигнет стадо, полученное от десяти первоначальных коров, скажем, за десять лет. Конечно, надо учесть, что в воспроизведение вступят их потомки: первый приплод молодое животное принесет на третий год после рождения. Но и при этом условии численность чистопородного стада за десять лет не превысит нескольких сотен голов. Конечно же, это очень мало!

Как уже было сказано, корова способна принести не более десятка телят за всю свою жизнь. Но данные исследований показывают, что в ее яичниках вырабатывается неизмеримо большее число зародышевых клеток — до 300 тысяч! Конечно, подавляющее большинство их даже не созревает. Однако есть путь к тому, чтобы подтолкнуть, стимулировать их созревание: для этого можно воздействовать на организм животного соответствующими гормонами. Пусть при этом по-прежнему созреют далеко не все яйцеклетки из упомянутых 300 тысяч— лишь несколько сотен. Но это уже много больше.

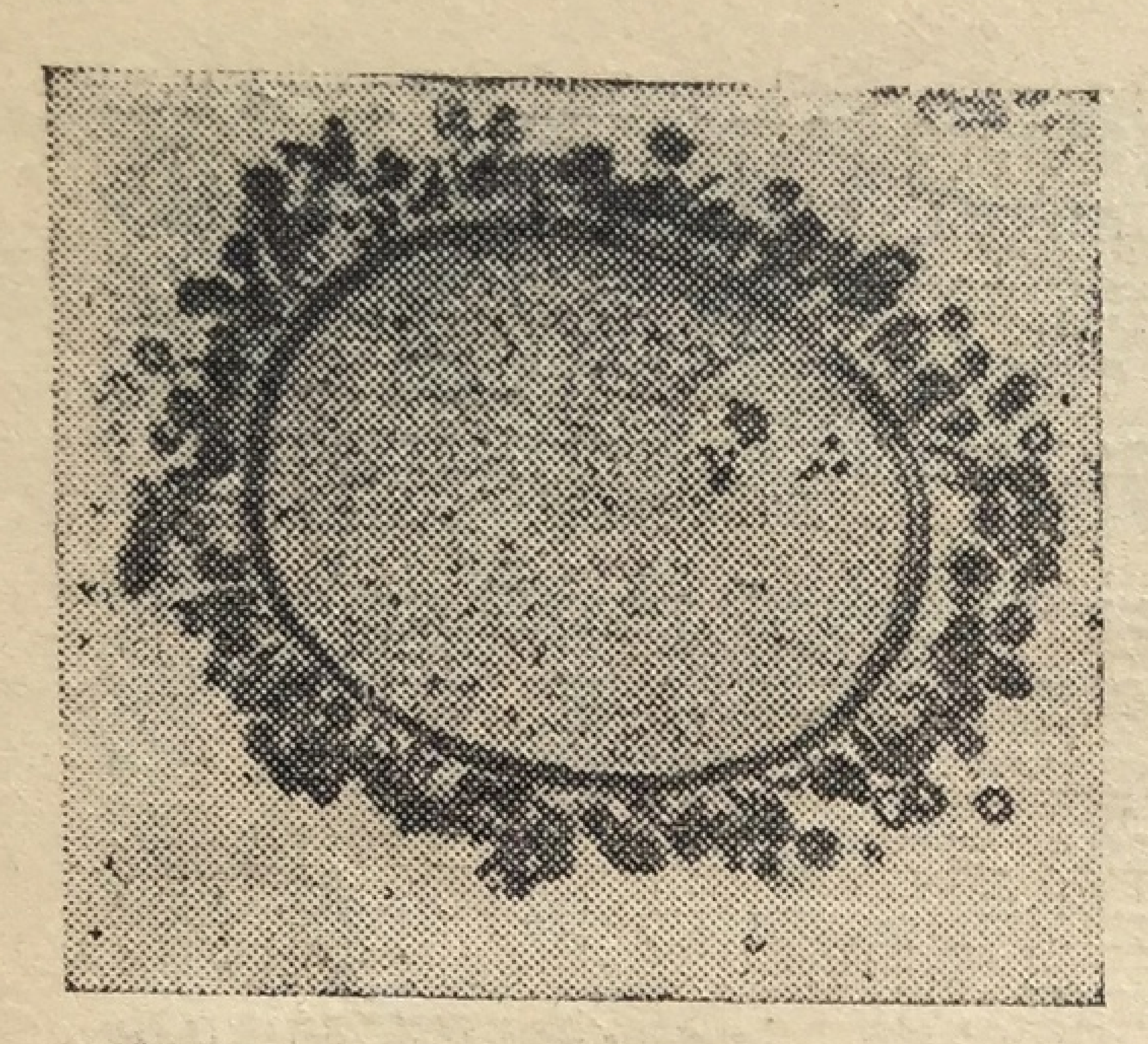
К сожалению, пока еще не удалось создать даже для телят искусственную «биологическую колыбель» — своего рода инкубатор, в котором оплодотворенная вне организма яйцеклетка могла бы вырасти в теленка, способного обойтись без матери. Но, коль скоро речь идет о быстром размножении новой высокопродуктивной породы, можно попытаться использовать не искусственные, но живые «инкубаторы».

Породистую корову следовало бы в этом случае использовать как производителя яйцеклеток. Их нужно периодически извлекать из яичников породистой матери, оплодотворять вне организма семенем породистого же быка и уже начавшие раз-

вываться зародыши — в возрасте нескольких дней — «поселять» в матку любой беспородной коровы. Она-то и станет «инкубатором», она выносит чужое наследственное породистое потомство.

Для подобной операции необходимо научиться извлекать зрелые половые клетки из яичников животного. Необходимо также, чтобы половые клетки «донора» — животного, у которого берут зародышевую клетку, — и «инкубатора» совпадали по степени зрелости. Ведь оплодотворенное яйцо, как мы уже знаем, способно прикрепиться к стенкам матки лишь в определенные периоды, а именно — спустя несколько дней после того, как созреет собственная зародышевая клетка животного. Ни раньше, ни позже.

Теоретические выводы о возможности пересадки оплодотворенных яиц от одного животного к другому уже подкреплены удачными опытами. Так, одному французскому ученому удалось получить от двух крольчих 88 яйцеклеток (за одну операцию!). Они были оплодотворены (вне организма, конечно) и пересажены семи другим крольчихам, которые выносили и родили 71 совершенно нормального крольчонка. Другой ученый, на этот раз английский, из пятидесяти яйцеклеток, полученных от одной крольчихи и пересаженных пяти другим — «инкубаторам», получил 40 здоровых крольчат.







«Биологическая колыбель» в действии. Последовательные стадии оплодотворения яйца кролика вне организма (из работ Б. П. Хватова и Г. Н. Петрова).

Хорошие результаты получаются и при пересадках яйцеклеток овцам. В одном из опытов удалось за один сезон получить 11 ягнят от одной породистой овцематки. (Вспомним, что обычно овца приносит лишь 1—2 ягнят). Только одного из этих одиннадцати принесла самка-«донор», а остальные десять были получены из ее яйцеклеток, пересаженных семи овцематкам-«инкубаторам». В другом подобном опыте из яйцеклеток, взятых от трех породистых самок, было получено за один сезон 28 ягнят.

Подобные опыты далеко не единичны.

Благодаря особенностям строения половых путей у овец операция по пересадке им яйцеклеток является в сравнении с другими животными наиболее простой. Английские ученые сообщают, например, что ими были проведены около полутора тысяч подобных операций, и из них 80 процентов были удачными.

Более сложна пересадка яйцеклеток у коров, с которых мы начали свой рассказ. Неоднократные попытки ряда ученых лишь в трех случаях увенчались успехом: были получены три «инкубированных» таким способом теленка. Однако исследования продолжаются, и ученые надеются, что в конечном итоге пересадка яйцеклеток станет обычной операцией — достоянием многих животноводов-практиков. Подобно тому, как сегодня широко применяется искусственное осеменение. И тогда распространение новых пород скота будет не намного более длительным, чем, например, распространение нового сорта зерновых культур.

## *РЕАЛЬНАЯ ВОЗМОЖНОСТЬ СЧАСТЛИВОГО ОКОНЧАНИЯ СЕМЕЙНОЙ ТРАГЕДИИ*

О вреде аборта написаны специальные брошюры. И каждой женщине следует познакомиться с ними. Подчеркнем лишь, что особенно чреват последствиями аборт при первой беременности. Довольно часто результатом его является бесплодие. На это почве нередко возникают осложнения и другого порядка — в отношениях между супругами. Эти осложнения порой принимают такие формы, что могут разрушить семью.

Размеры и задачи популярной брошюры не дают возможности анализировать все причины бесплодия и методы их лечения. Укажем лишь, что наиболее часто бесплодие — это следствие непроходимости маточных труб. В большинстве случаев этот анатомический дефект возникает после воспалительных процессов и связан с тем, что в трубах образуются спайки, препятствующие как нормальному движению зрелой яйцеклетки в матку, так и встречному движению сперматозои-

дов. Оплодотворение в этом случае, естественно, не может произойти. В иных же случаях оплодотворение все-таки происходит, но нормальное перемещение оплодотворенной яйцеклетки по трубам затруднено. Она так и не попадает в матку, погибая в яйцеводах.

В свою очередь, воспалительные процессы, оканчивающиеся спайками в яйцеводах,—достаточно частое следствие аборта. Особенно, повторяем, аборта молодых женщин, к которому они прибегают при первой беременности.

Тяжелым случаем беременности является развитие плода не в матке, а в яйцеводах — так называемая внематочная беременность. Часто она осложняется разрывом трубы и кровоизлиянием. Чтобы предупредить это опасное для жизни женщины осложнение, приходится прибегать к операции и удалять часть трубы вместе с зародышем. Иногда врачи перевязывают и вторую трубу, если она тоже имеет ненормальные изменения, которые грозят привести к повторной внематочной беременности. После такой операции зачатие, естественно, становится невозможным.

При непроходимости труб в результате образовавшихся в них спаек применяют различные способы лечения. В первую очередь излечивают сам воспалительный процесс. Затем применяется продувание труб или оперативное освобождение их от спаек. Но эти операции удаются далеко не всегда. В экспериментах на животных хирурги пытались заменить естественную трубу искусственной, для чего применяли трубки из брюшины оперируемого животного или же искусственные трубки из пластмасс. Делались также попытки подсадить яичники непосредственно в матку. Некоторые из этих операций давали положительные результаты. Но широкого практического применения они не получили.

Однако бесплодие, связанное с непроходимостью труб, на наш взгляд, не нужно считать неизлечимым даже и в том случае, если все описанные операции не дали положительного результата, даже в том случае, если трубы перерезаны. Путь к излечению — путь к счастью сотен страдающих бесплодием женщин — подсказывается содержанием предыдущих глав брошюры. Это — пересадка в матку женщины оплодотворенных вне организма и в течение нескольких дней «воспитанных» в «биологической колыбели» яйцеклеток.

В октябре 1963 года на XI Всесоюзном съезде акушеров-гинекологов один из авторов этих строк профессор Б. П. Хватов сделал сообщение о возможности такой операции.

Читатель, очевидно, уже представляет себе схему ее. Первоначально следует тем или иным путем извлечь яйцеклетку из созревшего, готового лопнуть фолликула. Затем перенести ее в «биологическую колыбель», где она будет оплодотворена спермой отца, а затем в течение двух-трех дней — это тот

самый период, когда в нормальных условиях оплодотворенная и начавшая дробиться яйцеклетка перемещается по яйцеводу, — пройдет первую, самую начальную стадию развития. После этого зародыш необходимо будет переместить в матку женщины — она к тому времени будет уже вполне подготовлена к восприятию зародыша. Далее его развитие пойдет вполне обычным путем.

Сообщение, сделанное на съезде акушеров-гинекологов, вызвало большое внимание у аудитории. И, надо надеяться, что многие врачи-гинекологи примут участие в практическом воплощении такой операции.

Следует, однако, принять во внимание то обстоятельство, что, простая по схеме, на практике операция эта очень сложна. Трудность представляет уже извлечение яйцеклетки. Медики, как мы уже говорили, еще не научились с достаточной точностью определять время созревания яйцеклетки и разрыва фолликула. И это — первая трудность. Вторая — сам процес извлечения. Яичники — внутренний орган. К ним желательно подобраться так, чтобы избежать вскрытия брюшной полости. Причем так, чтобы попасть в зрелый фолликул.

Проколоть тонкую стенку прозрачного пузырька и извлечь яйцеклетку — это может, на первый взгляд, показаться несложным делом. Но не следует забывать о микроскопических размерах этой яйцеклетки. И о том, что фолликул заполнен относительно большим количеством фолликулярной жидкости. Если просто проколоть пузырек, то жидкость выбрасывается из него с большой силой и скоростью, увлекая за собой яйцеклетку. При этом она может «улететь» в сторону от приготовленного для нее вместилища и пропасть. Поэтому для операции по извлечению яйцеклетки требуется специальный инструмент. Крымскими эмбриологами применяется для этой цели специальная пипетка, присасывающаяся к стенкам фолликула.

Несмотря на все описанные трудности и на то, что еще совершенно не изучен вопрос о том, как проконтролировать внедрение выращенного в «биологической колыбели» зародыша в стенку матки, подобная операция представляется очень реальной. Более того, есть уверенность, что она будет осуществлена в самое ближайшее время.

## *ЗАКЛЮЧЕНИЕ С ПРЕДЛОЖЕНИЕМ, КОТОРОЕ МОЖЕТ ПОКАЗАТЬСЯ ФАНТАСТИЧЕСКИМ*

Эмбриология — достаточно старая наука. Но, как мог убедиться читатель этой брошюры, в ней еще много неизученного и много заманчивых перспектив. И продолжение опытов Даниэле Петруччи — одна из них.

Несомненно, что в будущем наука сможет воспроизвести в «биологической колыбели», конечно, усовершенствованной по сравнению с сегодняшней, все стадии внутриутробного развития организма: от оплодотворения до «рождения» его в искусственных условиях.

Разумеется, речь не идет о создании «искусственных людей». Подобные цели были, есть и останутся чуждыми подлинно гуманистической советской науке.

Но в применении к сельскому хозяйству, к ускоренному и расширенному воспроизводству животных это, наверное, очень заманчивая проблема, причем не столь уж фантастическая.

Уже сейчас в сельском хозяйстве широко используют инкубаторных цыплят и мальков, выращенных в искусственных условиях. Почему же не представить себе заводы-«инкубаторы», где поросята, телята, ягнята будут выращиваться не в чреве матери, а в искусственных условиях — в «биологической колыбели».

6 коп. Индекс 72928

# ОТКРЫТА ПОДПИСКА

**на брошюры издательства «Знание» на 1965 год**

## I. «НОВОЕ В ЖИЗНИ, НАУКЕ, ТЕХНИКЕ»

По сериям **«История», «Философия», «Экономика», «Техника», «Сельское хозяйство», «Литература и искусство», «Международная», «Биология и медицина», «Физика, математика, астрономия», «Молодежная»** выходит по 2 брошюры в месяц средним объемом 2,5 печ. листа.

*Подписная цена на серию:*

| | |
|---|---|
| На год | 1 руб. 80 коп. |
| » полугодие | 90 коп. |
| » квартал | 45 коп. |
| » месяц | 15 коп. |

По сериям **«Химия», «Естествознание и религия»** выходит по 1 брошюре в месяц объемом 3 печ. листа.

*Подписная цена на серию:*

| | |
|---|---|
| На год | 1 руб. 08 коп. |
| » полугодие | 54 коп. |
| » квартал | 27 коп. |
| » месяц | 9 коп. |

## II. «НАРОДНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Выпускается по семи факультетам: **естественнонаучному, технико-экономическому, сельскохозяйственному, литературы и искусства, правовых знаний, педагогическому, здоровья.**

Общий объем брошюр по каждому факультету 60 печ. листов в год.

*Подписная цена на факультет:*

| | |
|---|---|
| На год | 1 руб. 80 коп. |
| » полугодие | 90 коп. |
| » квартал | 45 коп. |

В каталоге «Союзпечати» на 1965 год брошюры помещены под индексами 70057—70075.

*Не забудьте своевременно подписаться на интересующие вас серии научно-популярных брошюр!*

**Издательство «ЗНАНИЕ»**